

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-338398

(43)Date of publication of application : 24.12.1996

(51)Int.Cl.

F04F 5/46

(21)Application number : 07-145843

(71)Applicant : ISHIKAWAJIMA HARIMA HEAVY IND CO LTD

(22)Date of filing : 13.06.1995

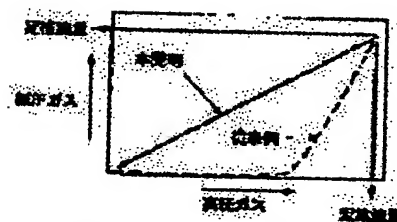
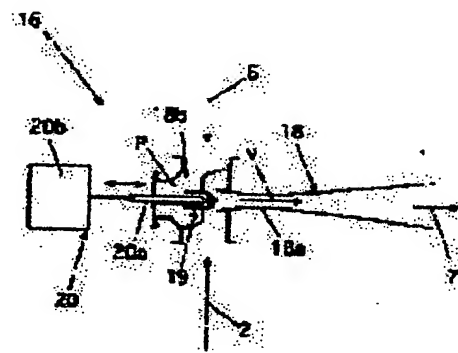
(72)Inventor : UJI MOICHI

## (54) VARIABLE FLOW RATE EJECTOR

## (57)Abstract:

**PURPOSE:** To obtain a variable flow rate ejector which can maintain the suction rate almost at a constant value even though the flow rate of a high pressure driving gas is reduced, and thereby, can suck a low pressure driven gas almost proportional to the flow rate reduction of the high pressure driving gas.

**CONSTITUTION:** This variable flow ejector consists of a venturi tube 18 having a throat part 18a communicating to a low pressure gas 2; an injection nozzle 19 to inject a high pressure gas 6 in the axial direction of the venturi tube 18; and a flow rate regulating device 20 to convert the opening area of the injection nozzle 19. The flow rate regulating device 20 is inserted to a circular nozzle movable in the axial direction, and it consists of a cylindrical regulating rod 20a having a conical part opposing to the circular nozzle, and a driving device 20b to move the regulating rod 20a in the axial direction.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-338398

(43) 公開日 平成8年(1996)12月24日

(51) Int.Cl.<sup>4</sup>

F 0 4 F 5/46

識別記号

序内整理番号

F I

F 0 4 F 5/46

技術表示箇所

A

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号

特願平7-145843

(22) 出願日

平成7年(1995)6月13日

(71) 出願人 000000099

石川島播磨重工業株式会社

東京都千代田区大手町2丁目2番1号

(72) 発明者 宇治 茂一

東京都千代田区丸の内1丁目6番2号 石

川島播磨重工業株式会社本社別館内

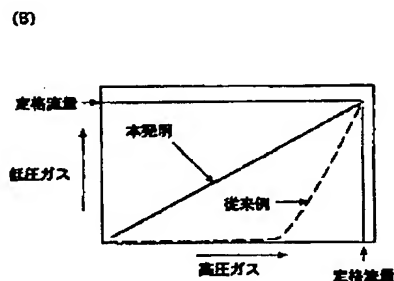
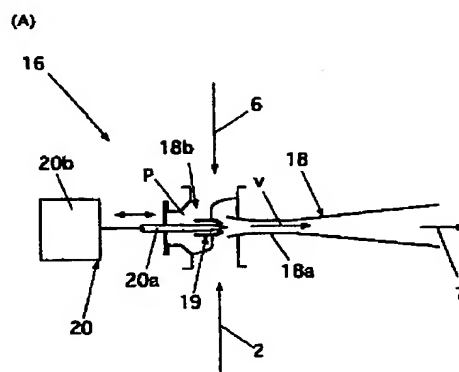
(74) 代理人 弁理士 堀田 実 (外2名)

(54) 【発明の名称】 可変流量エゼクタ

(57) 【要約】

【目的】 高圧駆動ガスの流量が減少しても、吸引比をほぼ一定に保持することができ、これにより高圧駆動ガスの流量減少にほぼ比例する低圧被駆動ガスを吸引することができる可変流量エゼクタを提供する。

【構成】 低圧ガス2に連通したスロート部18aを有するベンチュリ管18と、ベンチュリ管の軸線方向に高圧ガス6を噴出する噴射ノズル19と、噴射ノズルの開口面積を変化させる流量調節装置20とからなる。流量調節装置は、円形ノズルに軸方向に移動可能に挿入され、円形ノズルと対向する円錐形部分を有する円筒形調節ロッド20aと、調節ロッドを軸方向に移動する駆動装置20bとからなる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 低圧ガスに連通したスロート部を有するベンチュリ管と、該ベンチュリ管の軸線方向に高圧ガスを噴出する噴射ノズルと、該噴射ノズルの開口面積を変化させる流量調節装置と、からなることを特徴とする可変流量エゼクタ。

【請求項 2】 前記噴射ノズルは円形ノズルであり、前記流量調節装置は、円形ノズルに軸方向に移動可能に挿入され、円形ノズルと対向する円錐形部分を有する円筒形調節ロッドと、該調節ロッドを軸方向に移動する駆動装置と、からなることを特徴とする請求項 1 に記載の可変流量エゼクタ。

【請求項 3】 前記低圧ガスは、飽和蒸気である前記高圧ガスより高温であり、これにより両ガスの混合後は混合温度が蒸気の分圧に対応する飽和温度より高くなり、蒸気は過熱蒸気となる、ことを特徴とする請求項 1 に記載の可変流量エゼクタ。

【請求項 4】 空気を圧縮する圧縮機と、燃料を燃焼させる燃焼器と、燃焼ガスにより駆動され前記圧縮機を駆動するタービンと、からなるガスタービンと、前記タービンの下流に設けられ燃焼排ガスから飽和蒸気を発生させる熱交換器と、を備えた二流体サイクルガスタービンに用いるエゼクタであって、前記熱交換器で発生した飽和蒸気と該飽和蒸気の飽和温度よりも高い温度まで前記圧縮機で圧縮された圧縮空気とを混合する、ことを特徴とする請求項 3 に記載の可変流量エゼクタ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、可変流量エゼクタに係わり、更に詳しくは、電力（又は動力）及び水蒸気を生成するガスタービンコージェネレーションの分野において使用され、省エネルギーを実現する二流体サイクルガスタービンに使用する可変流量エゼクタに関する。

## 【0002】

【従来の技術】ガスタービンへ水蒸気を注入する二流体サイクルガスタービンとしては、例えば特公昭 54-34865 号の「二作動流体ヒートエンジン」が知られている。この二流体サイクルガスタービン（以下、発明者の名前からチエン・サイクルと呼ぶ）は、図 3 に例示するように、絞り弁 51、コンプレッサー 52、燃焼室 53、水処理装置 54、ポンプ 55、熱交換器 56、タービン 57、58、コンデンサー 59、等から構成され、大気中から吸入した空気をコンプレッサー 52 で圧縮して燃焼室 53 に供給し、この圧縮空気と燃料を燃焼させて高温の燃焼ガスを発生し、この燃焼ガスによりタービン 57、58 を駆動してコンプレッサー 52 及び負荷を駆動し、更にタービンを出た燃焼ガスにより熱交換器 56 で水蒸気を発生させ、コンデンサー 59 で水分を回収して大気中に放出するようになっている。かかるチエン

・サイクルは、燃焼室 53 に熱交換器 56 で発生した水蒸気 S を噴射するためタービンに流入する燃焼ガスの流量が増大し、かつ燃焼ガスの比熱が増大することからタービンの出力と熱効率を高めることができる特徴を有している。

【0003】しかし、上述した二流体サイクルガスタービン（チエン・サイクル）では、燃焼室 53 に供給（噴射）する水蒸気 S を過熱蒸気とする必要がある問題点があった。すなわち、チエン・サイクルにおいて、過熱蒸気ではなく飽和蒸気を燃焼室に供給すると、わずかな放熱で蒸気ドレンが発生して配管や燃焼室等にエロージョンが発生する問題点があり、逆に過熱蒸気を供給するには、例えばガスタービンの排ガス出口と熱交換器 56（排熱ボイラ）の間、或いは熱交換器 56 の内部に過熱器を設ける必要があり、二流体サイクルガスタービンのコンパクト性を損ない、システムが複雑化し、製造費が過大となる問題点があった。

【0004】かかる問題点を解決するために、本願発明者は、過熱器を用いずに飽和蒸気を直接使用し、かつ蒸気ドレンを発生させることなくタービン出力と熱効率を同時に高めることができる二流体サイクルガスタービンを創案し、出願した（特願平 6-201187 号、未公開）。この出願では、図 4（A）に例示する周知のエゼクタ 60 を混合器として用い、飽和蒸気 S を駆動源として高温の圧縮空気を吸引し、圧縮空気により飽和蒸気を加熱して過熱蒸気とし、かつ蒸気分圧の低下により加熱度を更に高めるようになっていた。

【0005】図 4（B）は、かかる手段の試験例であり、ボイラからの飽和蒸気 S によりエゼクタ 60 を駆動して低圧の高温空気を吸引し、下流部分に赤色レーザ光を照射してその軌跡を観察した。その結果、蒸気の場合には飽和蒸気存在によりレーザ光の軌跡が目視でき、高温空気を吸引すると、蒸気が加熱蒸気になるため、レーザ光の軌跡が目視できなくなることから、上述した手段により飽和蒸気を加熱して過熱蒸気とすることができると確認された。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかし、図 4 に例示した従来のエゼクタ 60 では、高圧駆動ガス（例えば飽和蒸気）の流量を減少させると吸引効率が急激に低下し、低圧の被駆動ガス（例えば高温空気）をほとんど吸引できなくなる問題点があった。すなわち、図 4（A）の従来のエゼクタにおいて、エゼクタの高圧駆動ガスの流量を減少させる場合、エゼクタ上流に配置した流量調節弁を絞ることになる。これはエゼクタの噴射ノズル上流圧力 P を下げ、噴射ノズルの噴射速度 v を下げることとなるため、運動量  $mv$  が二次曲線的に減少し、運動量の交換により吸引される被駆動ガスの流量も二次曲線的に減少することになる。従って、高圧駆動ガスの流量に対する低圧被駆動ガスの吸引量の比（吸引比）が大幅に減少

し、上述した二流体サイクルガスタービンの部分負荷運転が困難となる問題点があった。

【0007】本発明はかかる問題点を解決するために創案されたものである。すなわち、本発明の目的は、高圧駆動ガスの流量が減少しても、吸引比をほぼ一定に保持することができ、これにより高圧駆動ガスの流量減少にほぼ比例する低圧被駆動ガスを吸引することができる可変流量エゼクタを提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明によれば、低圧ガスに連通したスロート部を有するベンチュリ管と、該ベンチュリ管の軸線方向に高圧ガスを噴出する噴射ノズルと、該噴射ノズルの開口面積を変化させる流量調節装置と、からなることを特徴とする可変流量エゼクタが提供される。

【0009】本発明の好ましい実施例によれば、前記噴射ノズルは円形ノズルであり、前記流量調節装置は、円形ノズルに軸方向に移動可能に挿入され、円形ノズルと対向する円錐形部分を有する円筒形調節ロッドと、該調節ロッドを軸方向に移動する駆動装置と、からなる。また、前記低圧ガスは、飽和蒸気である前記高圧ガスより高温であり、これにより両ガスの混合後は混合温度が蒸気の分圧に対応する飽和温度より高くなり、蒸気は過熱蒸気となる、ことが好ましい。更に、空気を圧縮する圧縮機と、燃料を燃焼させる燃焼器と、燃焼ガスにより駆動され前記圧縮機を駆動するタービンと、からなるガスタービンと、前記タービンの下流に設けられ燃焼排ガスから飽和蒸気を発生させる熱交換器と、を備えた二流体サイクルガスタービンに用いるエゼクタであって、前記熱交換器で発生した飽和蒸気と該飽和蒸気の飽和温度よりも高い温度まで前記圧縮機で圧縮された圧縮空気とを混合することが好ましい。

【0010】

【作用】上記本発明の構成によれば、低圧ガスに連通したスロート部を有するベンチュリ管の軸線方向に高圧ガスが噴出するようになっており、その噴射ノズルの開口面積を流量調節装置により変化させることができるので、噴射ノズル上流側の圧力 $P$ を維持したまま（すなわち元圧のまま）噴射ノズルの開口面積を変化させることにより、高圧ガスの噴射速度 $v$ を維持することができ、運動量 $mv$ を流量の低下に比例して減少させることができ、運動量の交換により吸引される被駆動ガスの流量も比例的に減少させることができる。従って、高圧駆動ガスの流量に対する低圧被駆動ガスの吸引量の比（吸引比）はほぼ一定に保持することができ、二流体サイクルガスタービンの部分負荷運転が容易となる。

【0011】また、上記流量調節装置により直接噴射ノズルの開口面積を変化させることができるので、従来の上流側に設置されていたバルブ（流量調節弁）を省略できる。

【0012】

【実施例】以下、本発明の好ましい実施例を図面を参照して説明する。なお、各図において共通する部分には同一の符号を使用する。図1は、本発明による可変流量エゼクタ16を用いた二流体サイクルガスタービンの全体構成図である。この図において、二流体サイクルガスタービン10は、ガスタービン14、熱交換器15、可変流量エゼクタ16、及び混合ガスライン17から構成されている。

【0013】ガスタービン14は、空気1を圧縮する圧縮機11と、燃料3を燃焼させる燃焼器12と、燃焼ガス4により駆動され圧縮機11を駆動するタービン13と、からなり、タービン13により圧縮機11と共に減速機21を介して発電機22を駆動し、必要な電力8を発電するようになっている。タービン13から排出される燃焼排ガス5の温度は空気1の温度が約15℃の場合に例えば約534℃程度となる。

【0014】熱交換器15は、タービン13の下流に設けられたボイラ本体23、エコノマイザ24、及び蒸気ドラム25からなり、燃焼排ガス5の排熱を回収して飽和蒸気6を発生させるようになっている。飽和蒸気6は例えば22atm、218℃となる。飽和蒸気6の大部分は送出蒸気6aとして二流体サイクルガスタービンの外部に取り出され、残りの飽和蒸気6bは、図1の実施例において、可変流量エゼクタ16に供給される。

【0015】可変流量エゼクタ16は、この図において飽和蒸気6b（例えば22atm、218℃）を駆動源とするエゼクタであり、熱交換器15で発生した飽和蒸気6の一部6bと圧縮機11で圧縮された圧縮空気2の一部2a（例えば温度365℃）とを混合するようになっている。また、可変流量エゼクタ16で混合される圧縮空気2は、少なくとも飽和蒸気6の飽和温度（例えば218℃）よりも高温（例えば365℃）にまで圧縮されている。更に、圧縮機11で圧縮された圧縮空気2の残部2bは、図に示すように燃焼器12に直接導入されるようになっている。

【0016】かかる構成により、可変流量エゼクタ16により、熱交換器15で発生した飽和蒸気6とその飽和温度（例えば218℃）よりも高温（例えば365℃）にまで圧縮機11で圧縮された圧縮空気2とを混合するので、①高温の圧縮空気2で飽和蒸気6を加熱して過熱蒸気とすることができ、かつ②混合により蒸気分圧が下がることから過熱蒸気の過熱度を更に高めることができる。

【0017】混合ガスライン17は、可変流量エゼクタ16で混合された混合ガス7を燃焼器12へ導く配管ラインであり、可変流量エゼクタ16で混合された混合ガスの温度が低下しないように十分保温されている。従って、可変流量エゼクタ16で混合した混合ガス7を混合ガスライン17を介してガスタービン14の燃焼器12

5

へ導くことにより、従来のように過熱器を用いることなく、飽和蒸気を直接使用し、かつ蒸気ドレンを発生させることなくタービンの出力と熱効率を高めることができる。上述した実施例における発電機端熱効率は約 36% となる。

【0018】図 2 (A) は、図 1 に示した可変流量エゼクタ 16 の全体構成図であり、図 2 (B) はその模式的特性図である。図 2 (A) において、本発明の可変流量エゼクタ 16 は、低圧ガス（すなわち圧縮空気 2）に連  
通したスロート部 18a を有するベンチュリ管 18 と、  
ベンチュリ管 18 の軸線方向に高圧ガス（すなわち飽和  
蒸気 6）を噴出する噴射ノズル 19 と、噴射ノズル 19  
の開口面積を変化させる流量調節装置 20 と、からな  
る。

【0019】図 2 の実施例で噴射ノズル 19 は円形ノズルである。また、流量調節装置 20 は、円形ノズル 19  
に軸方向に移動可能に挿入され、円形ノズルと対向する  
円錐形部分を有する円筒形調節ロッド 20a と、調節ロ  
ッド 20a を軸方向に移動する駆動装置 20b と、から  
なる。駆動装置 20b は、直動アクチュエータ、例えば  
油圧シリンダ、空気シリンダ、直動ソレノイド、等を用  
いることができる。また、送出蒸気 6a の圧力を検出し  
この圧力に応じて駆動装置 20b を調節するのが好まし  
い。

【0020】すなわち、噴射ノズル 19 の配置されたチ  
ャンバー 18b は 2 分されており、その一方が駆動流体  
用チャンバー、他方が被駆動流体用チャンバーとなっ  
ており、両方のチャンバーを噴射ノズル 19 で連通して  
いる。噴射ノズル 19 は調節ロッド 20a によりノズル開  
口面積を可変とできる構造となっている。

【0021】かかる構成により、ノズル上流側の圧力 P  
を維持したまま（すなわち元圧のまま）ノズルの開口面  
積を変化させることにより、高圧ガスの噴射速度 v を維  
持することができ、運動量 mv を流量の低下に比例して  
減少させることができ、図 2 (B) に示すように、運動  
量の交換により吸引される被駆動ガスの流量も比例的に  
減少させることができる。従って、高圧駆動ガスの流量  
に対する低圧被駆動ガスの吸引量の比（吸引比）はほぼ  
一定に保持することができ、二流体サイクルガスタービ  
ンの部分負荷運転が容易となる。また、上記流量調節装  
置により直接ノズルの開口面積を変化させることができ  
るので、従来の上流側に設置されていたバルブ（流量調  
節弁）を省略できる。

【0022】なお、本発明の可変流量エゼクタを二流体  
サイクルガスタービンに用いた場合について説明した  
が、本発明はかかる実施例に限定されるものではなく、  
本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々変更できることは  
勿論である。

【0023】

【発明の効果】上述したように、高圧駆動ガスの流量が

6

減少しても、吸引比をほぼ一定に保持することができ、  
これにより高圧駆動ガスの流量減少にほぼ比例する低圧  
被駆動ガスを吸引することができ、かつ従来の上流側に  
設置されていたバルブ（流量調節弁）を省略できる、等  
の優れた効果を有する。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明による可変流量エゼクタを用いた二流体  
サイクルガスタービンの全体構成図である。

【図 2】図 1 に示した可変流量エゼクタ 16 の全体構成  
図とその特性図である。

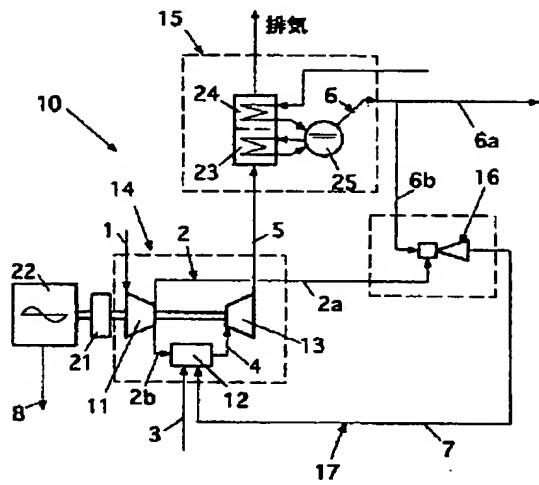
【図 3】従来の二流体サイクルガスタービンの全体構成  
図である。

【図 4】従来のエゼクタの構成図である。

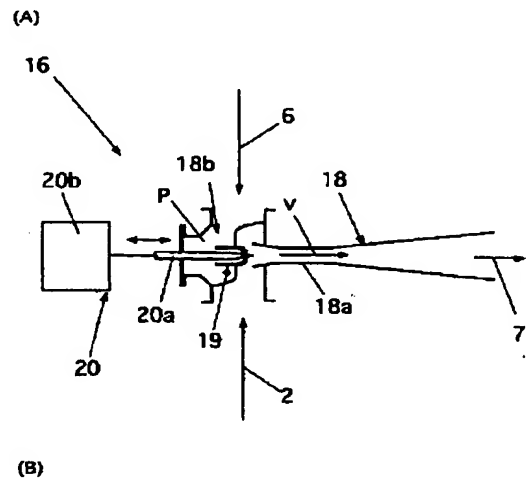
【符号の説明】

- S 水蒸気
- 1 空気
- 2 圧縮空気（低圧ガス）
- 3 燃料
- 4 燃焼ガス
- 5 燃焼排ガス
- 6 飽和蒸気（高圧ガス）
- 7 混合ガス
- 8 電力
- 10 二流体サイクルガスタービン
- 11 圧縮機
- 12 燃焼器
- 13 タービン
- 15 熱交換器
- 16 可変流量エゼクタ
- 17 混合ガスライン
- 18 ベンチュリ管
- 18a スロート部
- 18b チャンバー
- 19 噴射ノズル
- 20 流量調節装置
- 20a 調節ロッド
- 20b 駆動装置
- 21 減速機
- 22 発電機
- 23 ボイラ本体
- 24 エコノマイザ
- 25 蒸気ドラム
- 51 絞り弁
- 52 コンプレッサ
- 53 燃焼室
- 54 水処理装置
- 55 ポンプ
- 56 熱交換器
- 57、58 タービン
- 59 コンデンサ

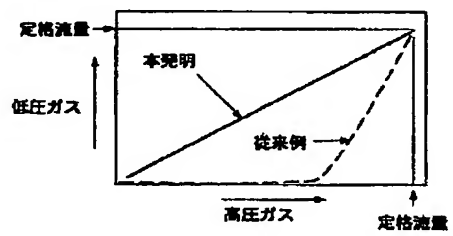
【図1】



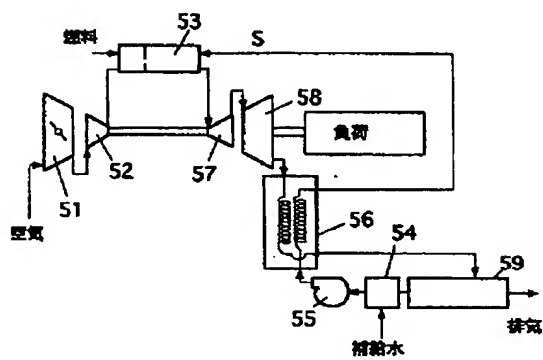
【図2】



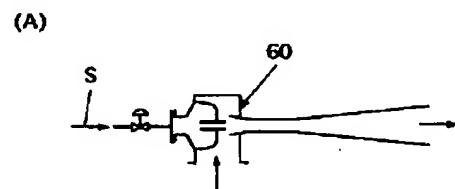
(B)



【図3】



【図4】



(B)

